

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAFAELA STRAPASSON VASSELAI

AGRICULTURA CONSERVACIONISTA: ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA
VIABILIZAR O CULTIVO DO MILHO EM PLANTIO DIRETO SEM USO DE
HERBICIDA

CURITIBA

2019

RAFAELA STRAPASSON VASSELAI

AGRICULTURA CONSERVACIONISTA: ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA
VIABILIZAR O CULTIVO DO MILHO EM PLANTIO DIRETO SEM USO DE
HERBICIDA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Setor de Ciências Agrárias, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Aníbal de Moraes

CURITIBA

2019

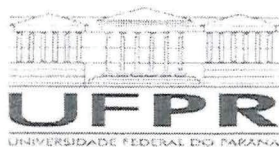
Vasselai, Rafaela Strapasson

Agricultura conservacionista: estratégias de manejo para viabilizar o cultivo do milho em plantio direto sem uso de herbicida. / Rafaela Strapasson Vasselai. - Curitiba, 2019.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo.

Orientador: Aníbal de Moraes.

1. Solos - Adubação. 2. Fertilizantes nitrogenados. 3. Planta daninha. 4. Pastagem de inverno. 5. Área de Proteção Ambiental (APA). I. Moraes, Aníbal de. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **RAFAELA STRAPASSON VASSELAI** intitulada: **AGRICULTURA CONSERVACIONISTA: ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA VIABILIZAR O CULTIVO DO MILHO EM PLANTIO DIRETO SEM USO DE HERBICIDA**, sob orientação do Prof. Dr. ANIBAL DE MORAES, que após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 30 de Agosto de 2019.

ANIBAL DE MORAES

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

CLAUDETE REISDÖRFER LANG

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

JONATAS THIAGO PIVA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

A Deus, pela concessão da vida e à minha falecida avó, Maria Terezinha Strapasson, que eu amarei eternamente.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos, à UFPR e todo seu corpo técnico, administrativo e docente, que tornaram possíveis a realização deste trabalho. Agradecimento especial à técnica Maria Emília, que faz do laboratório de fitotecnia um ambiente agradável e acessível a todos que necessitam.

Aos meus orientadores, Professor Aníbal de Moraes, Professora Claudete Lang e Professora Raquel Negrelle por todos os ensinamentos durante o mestrado e todo o auxílio na construção dessa dissertação.

À Professora Alda Monteiro, por ceder a área onde o experimento foi conduzido. Ao Professor Sebastião Brasil, pela participação na pré-defesa, que agregou significativamente ao trabalho.

Aos doutorandos Thales e Rubia, pela amizade e pelo excepcional apoio técnico e profissional nesses dois difíceis anos.

Aos meus pais, Renor e Ivone, minha madrastra Lilian e meu irmão Leonardo, pelo amor incondicional, pelo apoio financeiro e emocional.

À toda minha família, principalmente minhas tias Ivanete, Irace, Mariluz e Andréia, por estarem ao meu lado sempre.

Às minhas amigas e colegas de mestrado, Bruna e Lorena, que mesmo sendo de outras linhas de pesquisa, compartilharam comigo as angústias, os anseios e as dificuldades de conduzir um experimento e escrever uma dissertação.

Finalizo, agradecendo à minha amada avó, Terezinha, que tinha um sonho, em ver sua única neta recebendo o título de mestre, mas que infelizmente, por poucos meses não pôde acompanhar essa realização, faleceu antes. Agradeço à ela por uma vida inteira, e essa conquista é todinha para ela!

“Muitas vezes, é a dor que escava em nós profundidades que, depois, a
alegria vai encher.”

José Tolentino Mendonça

RESUMO

O Brasil dispõe de um grande número de áreas de proteção ambiental (APA), sendo de suma importância desenvolver sistemas de cultivo que se adaptem nestas áreas, que apresentam restrição legal de uso de insumos, em especial os defensivos agrícolas. Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) mostram-se como uma das mais promissoras estratégias para o desenvolvimento de sistemas menos intensivos no uso de insumos e, portanto, mais sustentáveis. O objetivo deste trabalho foi verificar diferentes estratégias de manejo para viabilizar o cultivo do milho em SIPA, sem uso de herbicida. O experimento foi conduzido na Fazenda Canguiri, em Pinhais, Paraná, Brasil. O delineamento foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial triplo $2 \times 2 \times 2$, com quatro repetições. Os fatores testados foram: utilização da cultura de inverno (com e sem pastejo), adubação nitrogenada na cultura de inverno – aveia preta (0 e 200 kg ha^{-1}) e adubação nitrogenada na cultura de verão – milho (0 e 200 kg ha^{-1}). Foram avaliados, em dois anos safra (2015/2016 e 2016/2017), as seguintes variáveis: produção de massa seca de plantas daninhas (kg ha^{-1}); rendimento de grãos de milho (kg ha^{-1}); e componentes de rendimento, como peso de mil grãos de milho (g) e número de grãos de milho por espiga. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de médias, quando houve diferença significativa à 5%. Como resultado, o pastejo não influenciou a produção de matéria seca de plantas daninhas, o rendimento de milho, o peso de mil grãos e o número de grãos por espiga. A produção de matéria seca de plantas daninhas foi menor nos tratamentos com adubação nitrogenada de inverno e verão, sendo maior quando não adubado no inverno e verão. O rendimento do milho, o peso de mil grãos e o número de grãos por espiga foi maior nos tratamentos com adubação nitrogenada de inverno e verão e menor sem as duas aplicações. Conclui-se que em condições do cultivo do milho, sem uso de herbicida, independente do método de utilização da cultura de inverno, o rendimento de grãos de milho foi maior quando adubado com nitrogênio no inverno e no verão.

Palavras-chave: adubação nitrogenada; plantas daninhas; pastagem de inverno; APA.

ABSTRACT

Brazil has a large number of environmental protection areas (EPAs), and it is extremely important to develop cropping systems that adapt to these areas, which have legal restrictions on the use of inputs, especially pesticides. Integrated Cropped Livestock Systems (ICLS) are shown to be one of the most promising strategies for developing less input-intensive and therefore more sustainable systems. The objective of this work was to verify different management strategies to enable corn cultivation in SIPA without herbicide use. The experiment was conducted at Fazenda Canguiri, in Pinhais, Paraná, Brazil. The experimental design was a randomized complete block in a 2x2x2 triple factorial scheme with four replications. The factors tested were: winter crop utilization (with and without grazing), nitrogen fertilization in winter crop - black oats (0 and 200 kg ha⁻¹) and nitrogen fertilization in summer crop - corn (0 and 200 kg ha⁻¹). The following variables were evaluated in two crop years (2015/2016 and 2016/2017): weed dry mass production (kg ha⁻¹); corn grain yield (kg ha⁻¹); and yield components, such as weight of one thousand corn grains (g) and number of corn grains per ear. Data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and means test, when there was significant difference at 5%. As a result, grazing did not influence weed dry matter yield, corn yield, thousand grain weight and number of grains per ear. Weed dry matter yield was lower in winter and summer nitrogen fertilizer treatments and higher when not fertilized in winter and summer. Maize yield, one thousand grain weight and number of grains per ear were higher in winter and summer nitrogen fertilization treatments and lower without both applications. It can be concluded that under conditions of corn cultivation, without herbicide use, regardless of the method of winter crop use, corn grain yield was higher when fertilized with nitrogen in winter and summer.

Keywords: nitrogen fertilization; weeds; winter pasture; EPA.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL NO INVERNO DE 2015.....	15
FIGURA 2 - CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL NO INVERNO DE 2016 E VERÃO DE 2015/2016 E 2016/2017.....	16

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MATÉRIA SECA DE PLANTAS DANINHAS (KG.HA ⁻¹) EM RAZÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE INVERNO E VERÃO.....	20
TABELA 2 - PESO DE MIL GRÃOS DE MILHO (G) EM RAZÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE INVERNO E VERÃO.....	22
TABELA 3 - NÚMERO DE GRÃOS DE MILHO POR ESPIGA EM RAZÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE INVERNO E VERÃO.....	22
TABELA 4 - ESPÉCIES DE PLANTAS DANINHAS PRESENTES NOS ANOS SAFRA 2015/2016 E 2016/2017	31

LISTA DE ABREVIATURAS

APA – Área de Proteção Ambiental

CNI – Com Nitrogênio no Inverno

CNV – Com Nitrogênio no Verão

CP – Com Pastejo

N - Nitrogênio

P – Pastejo

SIPA – Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

SNI – Sem Nitrogênio no Inverno

SNV – Sem Nitrogênio no Verão

SP – Sem Pastejo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Local de Estudo	14
2.2 Área Experimental	14
2.3 Descrição dos Tratamentos	14
2.3.1 Inverno 2015:	15
2.3.2 Inverno 2016 e Verões 2015/2016 e 2016/2017:	15
2.4 Implantação do Experimento	16
2.4.1 Primeiro Ano (Inverno 2015):.....	16
2.4.2 Primeiro Ano (Verão 2015/2016):	17
2.4.2.1 Coleta de Dados:.....	17
2.4.3 Segundo Ano (Inverno 2016):	18
2.4.4 Segundo Ano (Verão 2016/2017):	19
2.4.4.1 Coleta de Dados:.....	19
2.5 Análise de Dados.....	19
3 RESULTADOS	20
4 DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÃO	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	29
APÊNDICE 1	31

1 INTRODUÇÃO

O Brasil dispõe de um grande número de Áreas de Proteção Ambiental (APA), mais especificamente 346 unidades distribuídas em 1.296.318,80 km² (MMA, 2019), sendo de suma importância desenvolver sistemas de cultivo que se adaptem nestas áreas, que apresentam restrição legal de uso de insumos, em especial os defensivos agrícolas. Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) mostram-se como uma das mais promissoras estratégias para o desenvolvimento de sistemas menos intensivos no uso de insumos externos e, portanto, mais sustentáveis.

Em áreas de proteção ambiental, quando se pensa em desenvolver uma atividade agrícola conservacionista, surge como primeira dificuldade o impedimento legal de uso dos herbicidas dessecantes. Algumas estratégias podem ser pensadas no Subtropical brasileiro, como a manutenção da cobertura da área com pastagens perenes compostas de gramíneas tropicais, que permite criar uma barreira natural à expressão do banco de sementes da maioria das plantas daninhas presente no solo. A etapa seguinte é fazer a semeadura direta da cobertura de inverno sobre esta pastagem de verão que irá paralisar seu crescimento e será dessecada naturalmente por efeito de geadas, de ocorrência normal em grande parte desta região.

As estratégias seguintes buscam utilizar a biomassa desta cobertura como supressora do rebrote da pastagem ainda dormente, e também suprimir o banco de sementes das plantas daninhas. Duas questões surgem nesta etapa: primeiro diz respeito ao efeito do pastejo sobre esta cobertura e sua implicação sobre a lavoura a ser implantada na sequência. A segunda questão está relacionada ao uso da adubação nitrogenada para permitir o acúmulo de uma maior biomassa, permitindo maior efeito supressor sobre as plantas daninhas, pois o nitrogênio é o macronutriente em maior porcentagem presente no tecido vegetal, sendo esse essencial para a produtividade das lavouras de grãos.

Nesse contexto, parte-se da hipótese que o pastejo e a adubação nitrogenada em SIPA interferem na capacidade competitiva do sistema em relação às plantas daninhas com reflexos no rendimento de milho, cultivado

sobre uma pastagem perene de verão, em plantio direto sem o uso de herbicidas dessecantes.

Assim, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar as estratégias de adubação nitrogenada e pastejo da aveia preta no inverno afim de viabilizar o cultivo do milho em plantio direto sem o uso de herbicida com e sem adubação nitrogenada em uma área de proteção ambiental.

Os objetivos específicos foram analisar a produção de massa seca de plantas daninhas (kg ha^{-1}) e sua interferência na lavoura; investigar a relação do pastejo e nitrogênio no rendimento de grãos de milho (kg ha^{-1}); e analisar qual dos componentes de rendimento do milho, como peso de mil grãos de milho (g) e número de grãos de milho por espiga, se mostraram favoráveis às diferentes estratégias de manejo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de Estudo

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Produção e Pesquisa em Ovinos e Caprinos (LAPOC), localizado na Fazenda Experimental do Canguiri, da Universidade Federal do Paraná, em Pinhais – PR, com coordenadas aproximadas de 25°23'28"S, 49°08'16"O e altitude de 944 metros. A fazenda em questão é uma APA e, portanto, a utilização de defensivos agrícolas, tais como herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros, não é permitida.

O clima da região é classificado Cfb subtropical mesotérmico úmido, sem estação seca definida, com verões frescos e invernos moderados conforme a classificação de Köppen. A precipitação média anual é de 1.400 mm, temperatura média mínima anual de 12,7°C, temperatura média máxima anual de 23,5°C e umidade relativa média do ar de 77,9% (IAPAR, 2013). O solo predominante no local do experimento é o Cambissolo Háplico (SUGAMOSTO, 2002).

2.2 Área Experimental

Foi utilizada uma área experimental total de 3.600 m², subdividida em parcelas amostrais de 16 x 100 m² no Inverno de 2015 e 32 x 50 m² no Inverno de 2016 e Verões de 2015/2016 e 2016/2017. O espaçamento entre parcelas e entre blocos foi de 2,5 metros. Anteriormente à implantação do experimento, a área era composta por pastagem nativa com predominância de *Paspalum paniculatum* Smith.

2.3 Descrição dos Tratamentos

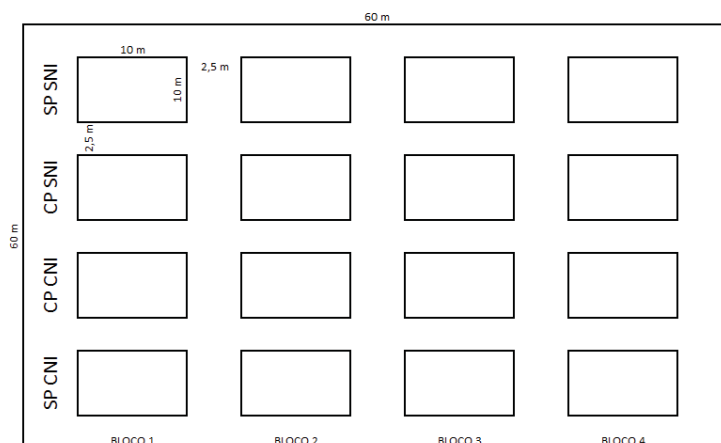
O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial triplo 2x2x2, com quatro repetições. Os tratamentos foram testados da seguinte maneira: utilização da cultura de inverno (com e sem pastejo), adubação nitrogenada na cultura de inverno (0 e 200 kg ha⁻¹) e

adubação nitrogenada na cultura verão (0 e 200 kg ha⁻¹). O experimento foi realizado em dois anos consecutivos, no Inverno de 2015 e Verão de 2015/2016 e no Inverno de 2016 e Verão de 2016/2017, compondo os seguintes tratamentos:

2.3.1 Inverno 2015:

- Com pastejo, com adubação nitrogenada de inverno (CP CNI);
- Com pastejo, sem adubação nitrogenada de inverno (CP SNI);
- Sem pastejo, com adubação nitrogenada de inverno (SP CNI);
- Sem pastejo, sem adubação nitrogenada de inverno (SP SNI).

FIGURA 1 - CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL NO INVERNO DE 2015.



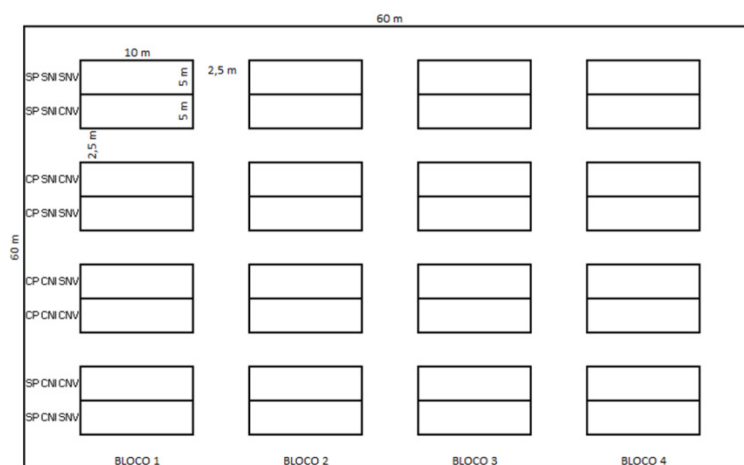
FONTE – O autor (2017).

2.3.2 Inverno 2016 e Verões 2015/2016 e 2016/2017:

- Com pastejo, com adubação nitrogenada de inverno e com adubação nitrogenada de verão (CP CNI CNV);
- Com pastejo, com adubação nitrogenada de inverno e sem adubação nitrogenada de verão (CP CNI SNV);
- Com pastejo, sem adubação nitrogenada de inverno e com adubação nitrogenada de verão (CP SNI CNV);
- Com pastejo, sem adubação nitrogenada de inverno e sem adubação nitrogenada de verão (CP SNI SNV);

- Sem pastejo, com adubação nitrogenada de inverno e com adubação nitrogenada de verão (SP CNI CNV);
- Sem pastejo, com adubação nitrogenada de inverno e sem adubação nitrogenada de verão (SP CNI SNV);
- Sem pastejo, sem adubação nitrogenada de inverno e com adubação nitrogenada de verão (SP SNI CNV);
- Sem pastejo, sem adubação nitrogenada de inverno e sem adubação nitrogenada de verão (SP SNI SNV).

FIGURA 2 - CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL NO INVERNO DE 2016 E VERÕES DE 2015/2016 E 2016/2017.



FONTE – O autor (2017).

Anteriormente ao cultivo do milho, foi semeada a mistura da aveia preta por meio de uma semeadura direta, sobre uma pastagem perene nativa, sem o uso de dessecante.

2.4 Implantação do Experimento

2.4.1 Primeiro Ano (Inverno 2015):

O experimento foi iniciado com a semeadura da aveia preta (*Avena strigosa Schreb*), em linha, 20 de maio de 2015, sendo utilizado 80 kg ha⁻¹ de sementes da cultivar IAPAR 61. Em 04 de julho de 2015, 45 dias após a semeadura, foi realizada uma adubação nitrogenada, em cobertura, apenas nos tratamentos indicados, ou seja, 0 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) para os tratamentos

CP SNI e SP SNI e 200 kg N ha⁻¹ para os tratamentos CP CNI e SP CNI, na forma de ureia com 45% de N.

Nos tratamentos CP, 35 ovelhas da raça Suffolk foram introduzidas. O método de pastejo utilizado foi o Rotatínuo, onde os animais entravam nos tratamentos quando a aveia preta apresentava uma altura de 30 cm e saiam quando rebaixavam à 18 cm (MEZZALIRA *et al.*, 2014). Para a medição das alturas da pastagem foi utilizado um *Sward Stick* (BARTHRAM, 1985). Em cada tratamento CP, tanto CNI, quanto SNI, foram medidos 100 pontos de altura, para que posteriormente fosse feita uma média. Nesse processo, o pastejo teve início em 20 de julho de 2015 e finalizou-se em 08 de setembro de 2015.

Como nos tratamentos SP a aveia preta era utilizada apenas para cobertura de solo, nenhum tipo de manipulação foi realizado nos tratamentos, nem no CNI, tampouco no SNI.

2.4.2 Primeiro Ano (Verão 2015/2016):

Para composição do sistema integrado, no Verão 2015/2016, em sucessão à aveia preta, ocorreu a semeadura do milho em 28 de setembro de 2015, sendo utilizadas seis sementes por metro linear do Híbrido 30F53 Convencional e espaçamento entre linha de 0,45 m. No mesmo dia, a área foi adubada na linha de plantio com 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, a lanço, na forma de cloreto de potássio. Quando o milho atingiu o estágio fenológico V4, foi realizada a adubação nitrogenada de 200 kg ha⁻¹, em cobertura, na forma de uréia, apenas nos tratamentos estabelecidos (CP SNI CNV, CP CNI CNV, SP SNI CNV, SP CNI CNV).

2.4.2.1 Coleta de Dados:

Uma coleta de plantas daninhas foi realizada em cada parcela, em 02 de fevereiro de 2016. Esta foi realizada por meio de um quadrado metálico de 0,25m², que era alocado aleatoriamente numa área representativa da parcela, entre as linhas de milho, evitando locais de bordadura, que representavam mais ou menos 0,50 metros. O procedimento se dava pelo corte rente ao solo e coleta de todo material vegetal existente dentro do quadrado.

Toda amostra coletada foi separada por espécies, colocada em sacos de papel devidamente identificados e levada à estufa para secagem à temperatura de 65° C, até que se obtivesse peso constante. Cada amostra foi pesada em balança eletrônica com 0,0001 gramas de precisão. Os dados obtidos das amostras foram peso de matéria seca de palhada e de cada espécie vegetal, dado em gramas por 0,25m², e posteriormente extrapolados para kg ha⁻¹.

A colheita do milho foi realizada manualmente, para que posteriormente fossem avaliados produtividade e componentes de rendimento do milho. Em cada parcela foi colhida uma amostra de 10 metros lineares, evitando lugares de bordadura. Cada amostra foi levada ao laboratório, sendo que desta era retirada uma subamostra composta por 10 espigas, para que os componentes de rendimento fossem estimados.

Na sequência realizou-se a contagem de número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, para que o “número de grãos por espiga” fosse calculado. Em seguida, ocorreu a debulha tanto das subamostras, quanto das amostras, manualmente. A secagem dos grãos foi feita em estufa à temperatura de 65°C, até que chegassem próximo a 13% de umidade. Esta medição foi feita pelo aparelho Elotest 777, para que depois pudesse ser extrapolada à 13%.

Para estimar o peso de 1000 grãos, realizou-se a contagem manual de 400 grãos e pesagem em balança eletrônica de precisão. Por extrapolação obteve-se o peso de 1000 grãos. Finalmente, com a soma do peso da amostra e da subamostra obteve-se o peso total, podendo, portanto, ser calculada a produtividade das parcelas, em kg ha⁻¹, à umidade de 13%.

2.4.3 Segundo Ano (Inverno 2016):

Para compor o segundo ano de avaliação, o mesmo padrão de implantação e condução foi utilizado, com algumas modificações:

A semeadura ocorreu em 19 de maio de 2016. A adubação foi realizada em 23 de junho de 2016, 35 dias após a semeadura, em cobertura, com a utilização de 87 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de fosfato natural; 90 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio e 200 kg de N ha⁻¹, na forma de uréia, apenas nos tratamentos estabelecidos (CP CNI CNV, CP CNI SNV, SP CNI CNV, SP CNI SNV).

2.4.4 Segundo Ano (Verão 2016/2017):

Da mesma forma, algumas modificações ocorreram em relação ao padrão do Verão 2015/2016:

A semeadura do milho foi realizada em 11 de outubro de 2016. A primeira adubação foi feita no dia 17 de outubro de 2016, em cobertura, com 87 kg ha^{-1} de P_2O_5 , na forma de fosfato natural. Já a segunda foi feita no dia 31 de outubro de 2016, com 90 kg ha^{-1} de K_2O também em cobertura, na forma de cloreto de potássio e $200 \text{ kg de N ha}^{-1}$, na forma de uréia, apenas nos tratamentos estabelecidos (CP CNI CNV, CP SNI CNV, SP CNI CNV, SP SNI CNV).

2.4.4.1 Coleta de Dados:

A coleta de plantas daninhas e a colheita foram realizadas em 04 de março de 2017. As metodologias de amostragem e avaliação foram as mesmas que do ano anterior.

2.5 Análise de Dados

As variáveis foram analisadas no Software R, versão 3.1.1 (R CORE TEAM, 2014). Os pressupostos de homogeneidade de variância e normalidade de resíduos foram verificados, prosseguido por análise de variância (ANOVA), e teste de TUKEY, quando houve diferença significativa a nível de 5%.

3 RESULTADOS

No ano safra 2015/2016, não houve o efeito do pastejo sob as seguintes variáveis: matéria seca de plantas daninhas ($p=0,9214$), rendimento de grãos de milho ($p=0,3112$), peso de mil grãos de milho ($p=0,7245$) e número de grãos de milho por espiga ($p=0,4224$). Para o ano safra 2016/2017, o pastejo também não influenciou nas variáveis: matéria seca de plantas daninhas ($p=0,0633$), rendimento de grãos de milho ($p=0,8315$), peso de mil grãos de milho ($p=0,6178$) e número de grãos de milho por espiga ($p=0,2987$).

A produção de matéria seca de plantas daninhas, o rendimento de grãos de milho, o peso de mil grãos de milho e o número de grãos de milho por espiga, não foram influenciados pelo pastejo, ou seja, tanto nos tratamentos onde a forragem era utilizada como pastagem (tratamento com pastejo), quanto nos tratamentos onde era utilizada apenas como cobertura de solo (tratamento sem pastejo), as variáveis não diferiram.

No ano safra 2015/2016, a menor matéria seca de plantas daninhas foi observada nos tratamentos onde houve adubação nitrogenada de inverno ($p<0,01$) e verão ($p<0,05$). Já no ano safra 2016/2017, apenas a adubação nitrogenada de verão influenciou na produção de matéria seca de plantas daninhas ($p<0,01$), não havendo diferença em relação à adubação nitrogenada de inverno ($p=0,3025$) (Tabela 2).

TABELA 1 - MATÉRIA SECA DE PLANTAS DANINHAS (KG.HA-1) EM RAZÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE INVERNO E VERÃO.

	2015/2016		2016/2017	
	CNI	SNI	CNI	SNI
CNV	1202 B b	3549 B a	846 B a	605 B a
SNV	2955 A b	5498 A a	1175 A a	1937 A a

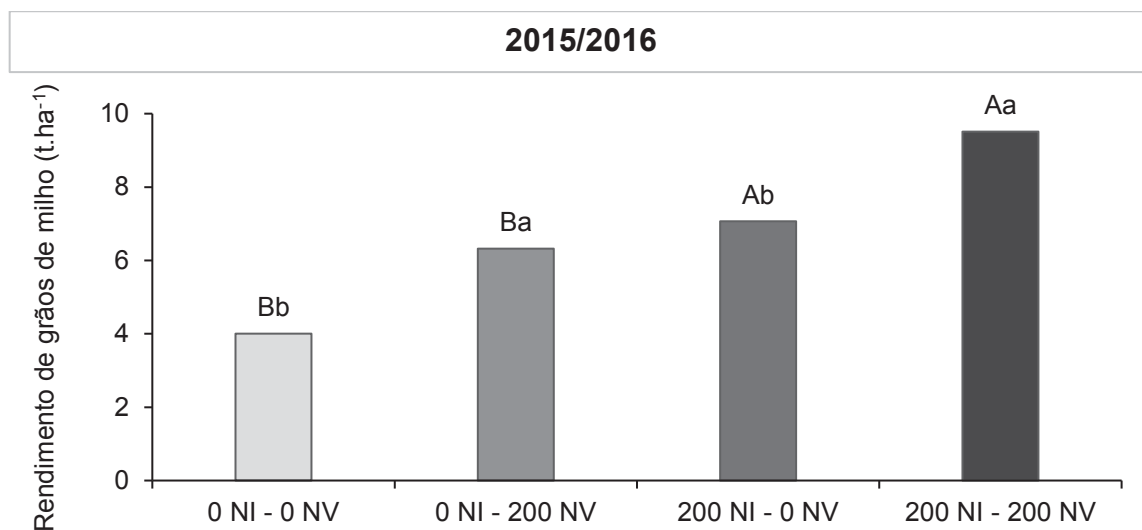
Legenda: CNI, com adubação de N no inverno; SNI, sem adubação de N no inverno; CNV, com adubação de N no verão; SNV, sem adubação de N no verão.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, que compara adubação nitrogenada no inverno, e pela mesma letra maiúscula na coluna, que compara adubação nitrogenada no verão, não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

Em ambos os anos, as adubações nitrogenadas de inverno e verão, aumentaram o rendimento de grãos de milho (NI, $p<0,001$; NV, $p<0,001$) (Figura 3), o peso de 1000 grãos (NI, $p<0,001$; NV, $p<0,001$) (Tabela 2) e o número de

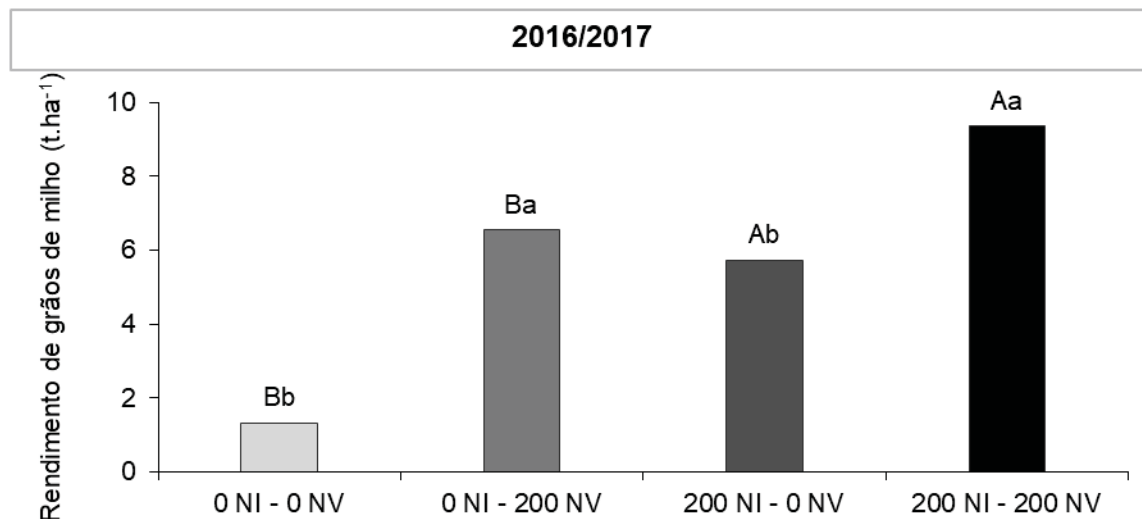
grãos por espiga (NI, $p < 0,001$; NV, $p < 0,001$) (Tabela 3) em relação aos tratamentos que não receberam adubações.

FIGURA 3.1 - RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO, EM KG.HA⁻¹, NO ANO SAFRA 2015/16, EM RELAÇÃO À ADUBAÇÃO NITROGENADA DE INVERNO E VERÃO.



FONTE – O autor (2018).

FIGURA 3.2 - RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO, EM KG.HA⁻¹, NO ANO SAFRA 2016/17, EM RELAÇÃO À ADUBAÇÃO NITROGENADA DE INVERNO E VERÃO.



FONTE – O autor (2018).

Nos anos safra 2015/2016 e 2016/2017, os tratamentos com adubação nitrogenada de inverno e de verão apresentaram a melhor produtividade (9511 kg ha⁻¹ e 9353 kg ha⁻¹, respectivamente), o maior peso de mil grãos (272 g e 286 g, respectivamente) e o maior número de grãos por espiga (497 e 473 respectivamente). As piores produtividades (4004 kg ha⁻¹ e 1325 kg ha⁻¹, respectivamente), menor peso de mil grãos (235 g e 188 g, respectivamente) e menor número de grãos por espiga (267 e 163, respectivamente) foram encontrados nos tratamentos sem adubação nitrogenada de inverno e de verão.

TABELA 2 - PESO DE MIL GRÃOS DE MILHO (G) EM RAZÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE INVERNO E VERÃO.

	2015/2016		2016/2017	
	CNI	SNI	CNI	SNI
CNV	272 A a	255 A b	286 A a	247 A b
SNV	260 B a	235 B b	246 B a	188 B b

Legenda: CNI, com adubação de N no inverno; SNI, sem adubação de N no inverno; CNV, com adubação de N no verão; SNV, sem adubação de N no verão.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, que compara adubação nitrogenada no inverno, e pela mesma letra maiúscula na coluna, que compara adubação nitrogenada no verão, não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

Neste trabalho, verificou-se que os tratamentos com adubação nitrogenada de inverno e sem adubação nitrogenada de verão; e sem adubação nitrogenada de inverno e com adubação nitrogenada de verão não diferiram entre si, para todas as variáveis. Com isso, percebe-se que aplicando N na cultura de inverno (forragem - aveia preta), ou na cultura de verão (lavoura - milho), os resultados de produção foram estatisticamente iguais. Os tratamentos com adubação nitrogenada de inverno e de verão obtiveram médias maiores de produção por possuírem o dobro de N no sistema ao final do ciclo, totalizando um aporte de 400 kg há⁻¹ de N ao solo.

TABELA 3 - NÚMERO DE GRÃOS DE MILHO POR ESPIGA EM RAZÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DE INVERNO E VERÃO.

	2015/2016		2016/2017	
	CNI	SNI	CNI	SNI
CNV	497 A a	347 A b	473 A a	343 A b
SNV	366 B a	267 B b	349 B a	163 B b

Legenda: CNI, com adubação de N no inverno; SNI, sem adubação de N no inverno; CNV, com adubação de N no verão; SNV, sem adubação de N no verão.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, que compara adubação nitrogenada no inverno, e pela mesma letra maiúscula na coluna, que compara adubação nitrogenada no verão, não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

4 DISCUSSÃO

O fato das variáveis rendimento de grãos de milho, peso de mil grãos e número de grãos por espiga não terem sofrido influência do pastejo, explica-se através do manejo utilizado na pastagem de inverno, proposto por MEZZALIRA *et al.* (2012), onde o resíduo foliar pós pastejo não é prejudicado, mantendo fitomassa residual para a cultura sucessora. Logo, a diferenciação entre os tratamentos P não ocorreu, ou seja, ambos deram as mesmas condições para que o milho se desenvolvesse, atingindo índices de produtividade superiores à média nacional de 4.388,85 kg/há e 5.562,05 kg/há, para os anos 2015/16 e 2016/17, respectivamente, e da média estadual, que nesses anos foi, respectivamente de 5.644,67 kg/ha e 6.155,19 kg/há (CONAB, 2019).

Ainda sobre o manejo da pastagem, segundo SCHUSTER *et al.*, (2016), quando áreas pastejadas são manejadas em alturas e intensidades moderadas, estas apresentam densidade de emergência de plantas daninhas menor, sendo similar às áreas usadas unicamente como coberturas verdes. Isso explica o fato da produção de matéria seca de plantas daninhas não ter sofrido influência do fator pastejo, sendo similares nos tratamentos de pastejo e de cobertura.

CARVALHO *et al.* (2006) dizem que a principal variável a ser manejada nos SIPA é a intensidade de pastejo, ou seja, pastagens de inverno quando manejadas numa taxa de lotação animal mais intensa e consequentemente com alturas de pasto mais baixas, estão sujeitas a compactação do solo, podendo trazer impactos negativos à cultura sucessora, principalmente aos seus aspectos produtivos.

CARVALHO *et al.*, (2010) explicaram que o fator pastejo pode ser interpretado como prejudicial e é frequentemente observado como indesejável no sistema, pelo fato dos animais consumirem material vegetal que, de outro modo, proporcionaria cobertura de solo. No entanto, quando o pasto é manejado adequadamente e em condições de plantio direto, há uma melhora nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, trazendo benefícios para o sistema (MARTINS, *et al.*, 2015).

ASMANN *et al.* (2003) trazem um benefício em relação ao pastejo, que pode esclarecer alguns pontos da pesquisa. Os autores dizem que o pastejo pode favorecer a ciclagem do N mais rapidamente, estimulando a absorção de N pelas plantas, possibilitando assim, um maior aproveitamento do nutriente aplicado quando comparado às áreas que não foram pastejadas.

Em áreas onde o uso do herbicida não é permitido, como em APA's, formas de controle alternativos se fazem necessários. BORGES *et al.* (2014), propõem que a utilização de plantas de cobertura de solo resulta numa menor infestação de plantas invasoras. Isso se dá pelo fato da própria competição entre as espécies e também pelo aporte de palhada na próxima estação em sistemas de plantio direto.

Em áreas de plantio direto, onde a fitomassa de forragem acaba se tornando palhada residual para a cultura sucessora, resultados obtidos por SILVA *et al.* (2009) demonstram que essa palhada reduz a densidade de plantas daninhas, mostrando que o N aplicado no inverno incrementa na fitomassa de forragem (LANG, 2004) e consequentemente na palhada residual, aumentando o poder supressório sobre as plantas daninhas.

Quando se contrasta essa pesquisa com outras, similaridades foram constatadas por SANDINI *et al.* (2011), onde o rendimento de grãos de milho e o número de grãos de milho por espiga não sofreram efeito de pastejo. Em outro trabalho com soja, KUNRAT *et al.* (2015) concluíram que o pastejo nas forrageiras de inverno não influencia a produtividade de grãos no verão.

Os resultados obtidos nesse experimento são semelhantes aos encontrados na revisão feita por MORAES *et al.* (2014), em que os autores desmistificam a ideia de que o pastejo influencia negativamente as culturas sucessoras, sendo visto como um malefício para o sistema. Os autores preconizam o fato do pastejo agregar uma nova fonte de renda à propriedade em épocas que antes estariam em pousio, além de não prejudicarem a produtividade de grãos no verão.

MORAES *et al.* (2002), desmitificam também a ideia de que a pastagem se beneficia da adubação feita na lavoura. Para CARVALHO *et al.* (2006) a maior parte da exportação de nutrientes ocorre na colheita de grãos, ocorrendo assim uma restrição nutricional para a pastagem, que seria plantada em sucessão à lavoura.

Nesse sentido, para LANG (2004), a utilização de 150 kg de N por hectare na pastagem de inverno, colaborou para o aumento da quantidade e qualidade da fitomassa, aumentando a porcentagem de folhas e diminuindo a relação colmo/folha. No caso deste trabalho, como foram utilizados 200 kg ha⁻¹ de N, a produção de palhada residual estava assegurada, tanto nos tratamentos com, quanto nos sem pastejo, afinal o fator pastejo não demonstrou influência para esta variável.

A aplicação de nitrogênio no inverno, possivelmente propiciou um incremento de fitomassa de forragem, levando a um maior acúmulo de palhada residual para a cultura sucessora. Já o nitrogênio no verão pode ter auxiliado para que o milho tivesse um poder de arranque maior, corroborando para o poder supressório sobre as plantas daninhas.

Em relação ao N aplicado no verão, MEDRADO *et al.* (2011) dizem que o fornecimento de N principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento do milho é de suma importância para a obtenção de uma produção final satisfatória. Dessa forma, é possível entender o fato dos tratamentos adubados por N possuírem maior aporte de plantas de milho e conseqüentemente menores quantidades de plantas daninhas, justamente pelo poder supressório que o milho exerce sobre as demais espécies.

Resultados similares foram obtidos, onde aplicações de N na cultura do milho, em cobertura, pós emergência, propiciaram acréscimo na produtividade do milho (AMARAL FILHO *et al.* (2005); GROSS *et al.* (2006) e CARVALHO *et al.* (2007)) e no peso de mil grãos de milho (AMARAL FILHO *et al.* (2005); CARVALHO *et al.* (2007) e LANA *et al.* (2009)).

O número de grãos de milho por espiga, para BRAVIN & OLIVEIRA (2014), trata-se de uma variável importante por estar diretamente ligada à produtividade da cultura. Em sistemas que não apresentam limitações, essa variável mostra-se maior quando há disponibilidade adequada de N para as plantas no solo, o que acaba resultando em grandes ganhos de produção (SORATTO *et al.*, 2011).

Há indicações de pesquisa em sistemas de produção que propõem uma adubação estratégica na fase da implantação da pastagem, e não da lavoura (CARVALHO *et al.*, 2006). Em experimento, ASMANN *et al.* (2003) concluíram que a cultura do milho não responde à aplicação do N quando a pastagem de

inverno já fora adubada, comprovando assim o efeito residual e evidenciando a adubação sistêmica. No caso deste trabalho, nota-se que quando se aplica N em um único momento, não há diferença em fazer no inverno ou no verão, quando se diz respeito ao rendimento da lavoura.

5 CONCLUSÃO

O cultivo do milho, em condições sem uso de herbicida, independente do método de utilização da cultura de inverno, seja para pastejo ou cobertura de solo, é viabilizado através da adubação nitrogenada de inverno e verão, agindo assim na supressão das plantas daninhas e aumentando o rendimento de grãos e os componentes do milho.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhando em uma área de APA, o SIPA se mostrou um método muito eficaz para manter a produtividade de grãos comerciais, mesmo sem a utilização de defensivos agrícolas. Torna-se necessário pesquisas com outras culturas de interesse comercial, como por exemplo, a soja, para que esse sistema seja testado no poder supressório de plantas daninhas, viabilizando a produtividade, em áreas de APA.

Esse trabalho juntou-se à lista de pesquisas realizadas, que embasam a quebra do paradigma de que o animal e o ato do pastejo são os “vilões” do sistema. Após a compreensão dos resultados obtidos nesse trabalho, pudemos comprovar que a introdução do animal através de uma pastagem bem manejada, além de não interferir na produtividade dos grãos da cultura sucessora, agrega economicamente e ambientalmente ao sistema.

Cada vez mais se torna necessária a preocupação e cuidado com os recursos naturais não renováveis. Para tanto, a ciclagem de nutrientes das plantas se torna imprescindível, fazendo com que novos modelos de adubação sejam praticados. Nesse contexto, a adubação sistêmica mostrou-se viável, tanto em quesitos econômicos, quanto ambientais. Nesse trabalho pode-se comprovar a eficiência desse método de fertilização.

Por fim, vale ressaltar a grandiosidade dos SIPA, que permitem enquadrar em seus sistemas, tantos novos estudos para diversas problemáticas atuais. Sendo assim, com a comprovação de determinados temas, como os abordados nessa pesquisa, fecham-se lacunas, porém abrem-se diversas novas possibilidades de estudos.

REFERÊNCIAS

- ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS: CONAB, v. 3 – Safra 2015/2016, n. 8 – Oitavo Levantamento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_27_09_24_04_boletim_graos_maio__2016_-_final.pdf>. Acesso em 15/01/2019.
- AMARAL FILHO, J. P. R. *et al.* Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:467-473. 2005.
- ASSMANN, T. S. *et al.* Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **R. Bras. Ci. Solo**. 2003.
- BARTHRAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: **ALCOCK, M. M. (Ed.) Biennial Report of the Hill Farming Research Organization**. Midlothian: Hill Farming Research Organization. p.29-30. 1985.
- BRAVIN & DE OLIVEIRA. Adubação nitrogenada em milho e capim-xaraés sob plantio direto e preparo convencional em sistema agrossilvipastoril. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v.49, n.10, p.762-770, out 2014.
- CARVALHO, P. C. F. *et al.* Manejo da integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto para a região de clima subtropical. **Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha**. Uberaba - MG. p.177-184. 2006.
- CARVALHO, I. Q. *et al.* Espécies de cobertura de inverno e nitrogênio na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Scientia Agraria**. v.8, n.2, p.179-184, 2007.
- GROSS, M. R. *et al.* **Ciênc. Agrotec.** Lavras, v.30, n.3, p.387-393, maio/jun 2006.
- KUNRATH, T. R. *et al.* Manejo do pastejo em sistemas integrados de produção agropecuária: desenvolvimento e rendimento de grãos de soja. **Rev. Ciênc. Agron.** vol.46, n.3, pp.645-653, 2015.
- LANA, M. C. *et al.* Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.31, n.3, p.433-438, 2009.
- LANG, C. R. Pastejo e nitrogênio afetando atributos da fertilidade do solo e rendimento de milho em sistema de integração lavoura-pecuária. **Tese de Doutorado**. 2004.
- MARTINS, A. P. *et al.* Integração Soja-Bovinos de Corte no Sul Do Brasil. **second ed. Boletim Técnico UFRGS**, Porto Alegre. 2015.
- MEDRADO, R. D. *et al.* Decomposição de resíduos culturais e liberação de nitrogênio para a cultura do milho. **Scientia Agraria**. Curitiba, v.12, n.2, p.097-107, Mar/Apr 2011.

MEZZALIRA, J. C. Taxa de ingestão potencial em pastejo: um estudo contrastando pastos de clima temperado e tropical. **Tese de Doutorado**. Porto Alegre. 2012.

MEZZALIRA, J. C. *et al.* Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.153, p.1-9. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: MMA. Unidades de Conservação Brasileira. Disponível em:
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMDNmZTA5Y2ltNmFkMy00Njk2LWI4YjYtZDZJINzFkOGM5NWQ4liwidCI6IjJiMjY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTZyZNDY3NTJmMDNINClsImMiOjF9>>. Acesso em 23/08/2019.

MORAES, A. *et al.* Integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Integração Lavoura-pecuária no Sul do Brasil**. Pato Branco, p.3-60. 2002.

MORAES, A. *et al.* Integrated crop–livestock systems in the Brazilian subtropics. **Europ. J. Agronomy** 57. 2014.

SANDINI, I. E. *et al.* Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.41, n.8, p.1315-1322, ago 2011.

SCHUSTER, M. Z. *et al.* Grazing intensities affect weed seedling emergence and the seed bank in an integrated crop-livestock system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 232, p. 232-239, 2016.

SILVA, A. C. *et al.* Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesq. Agropec. Bras.** v.44, n.1, p.22-25. 2009.

SORATTO, R. P. *et al.* Doses e fontes alternativas de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo arenoso. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.62-70, 2011.

SUGAMOSTO, M. L. Uso de técnicas de geoprocessamento para elaboração do mapa de aptidão agrícola e avaliação da adequação de uso do Centro de Estações Experimentais do Canguiri, município de Pinhais – Paraná. **Dissertação de Mestrado**. 2002.

APÊNDICE 1

TABELA 4 – ESPÉCIES DE PLANTAS DANINHAS PRESENTES NOS ANOS SAFRA 2015/2016 E 2016/2017.

Família	Nome Científico	Ano Safra 2015/2016	Ano Safra 2016/2017
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i>	X	X
Asteraceae	<i>Artemisia vulgaris</i>	X	X
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	X	
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	X	X
Asteraceae	<i>Cynara cardunculus</i>		X
Asteraceae	<i>Vernonia polysphaera</i>	X	X
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i>		X
Caryophyllaceae	<i>Silene gallica</i>		X
Caryophyllaceae	<i>Spergula arvensis</i>		X
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i>	X	X
Convolvulaceae	<i>Ipomoea acuminata</i>	X	X
Cyperaceae	<i>Cyperus haspan</i>	X	X
Fabaceae	<i>Desmodium incanum</i>	X	X
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>		X
Fabaceae	<i>Vicia sativa</i>		X
Malvaceae	<i>Sida spinosa</i>	X	X
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>		X
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	X	X
Poaceae	<i>Avena strigosa</i>	X	X
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i>	X	X
Poaceae	<i>Paspalum paniculatum</i>	X	X
Poaceae	<i>Pennisetum clandestinum</i>		X
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	X	